

交通流制御システムにおけるリンク旅行時間算定法の研究

福山大学 正会員(個人) ○小林正明

極東産機株式会社 非会員 吉田哲士

1. はじめに

近年、我が国の自動車保有台数は増加傾向にある¹⁾。その結果、主要道路を中心に交通渋滞が日常的に発生している。交通渋滞の対策として我々はすでに、信号制御システムと動的経路誘導システムをオンラインリアルタイム接続した交通流制御システムを提案した²⁾。提案した交通流制御システムは、与えられた道路条件と交通条件のもとで、時々刻々と変動する交通ネットワークの交通量や待ち車列長をダイナミックシステムで表現し、交通工学と制御工学を統合する観点から、交通流や制御対象にかかわらず一貫性を持って交通流を制御するシステム理論的手法である。

本稿では、この交通流制御システムにおいて重要なサイクル長単位でのリンク旅行時間算定法を提案する。

2. 交通流制御システム

交通ネットワークの渋滞長の総和を最小にする信号制御システムと、交通ネットワークを利用するドライバーの出発地から目的地までの平均 OD 旅行時間を短縮する動的経路誘導システムをオン

ラインリアルタイムで接続した交通流制御システムの構成を図1に示す。動的経路誘導システムは図1に示すようにドライバーが車載入力装置より目的地をオンライン入力し、経路探索アルゴリズムを用いて最短旅行時間系を含む幾つかの推奨経路を探索し、車載入出力装置にリアルタイムで出力するものである。動的経路誘導システムは、信号制御システムとリアルタイムで接続することによってサイクル長単位でのリンク旅行時間の算定が必要となる。

3. リンク旅行時間算定法

交通流がリンク旅行時間に影響を与える要因として、上流側・下流側信号交差点の信号制御パラメータによる影響が確認された³⁾。上流側信号交差点を通過した車両は、下流側信号交差点での信号現示により赤信号で停止せず青信号で通過する場合と赤信号で停止する場合がある。赤信号で停止した場合のリンク旅行時間は、赤信号での待ち時間だけリンク旅行時間は長くなる。サイクル長単位でリンク旅行時間を考えた場合、サイクル長単位で上流側信号交差点を通過した車両のうち下

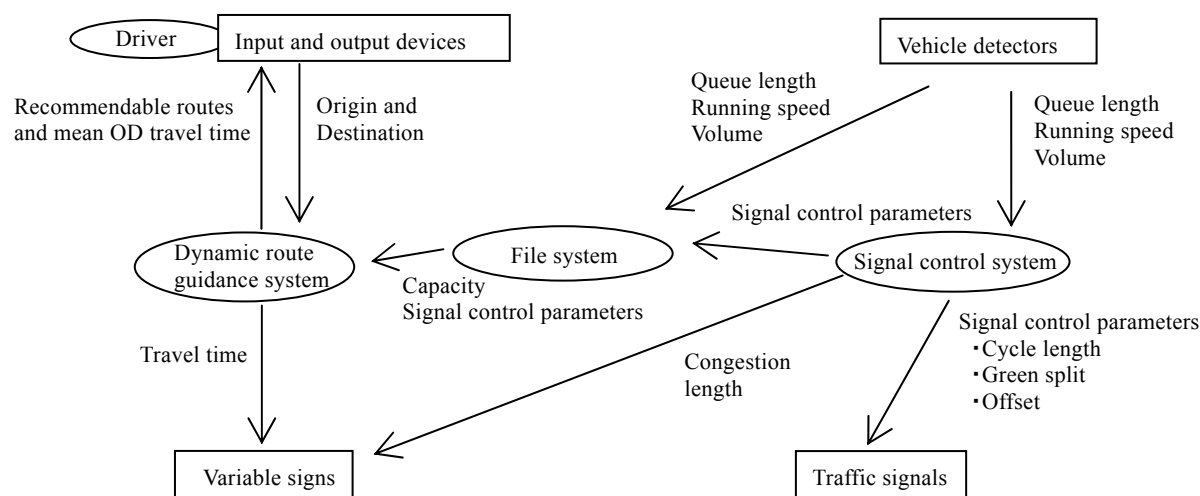


図1 交通流制御システム

キーワード 交通流制御システム, リンク旅行時間, 信号制御パラメータ, 赤信号停止割合

連絡先 〒729-0292 広島県福山市学園町1番地三蔵 福山大学工学部機械システム工学科 TEL 084-936-2111

流側信号交差点で赤信号により停止した車両の割合（赤信号停止割合）を考慮する必要がある。赤信号停止割合は、隣接する信号交差点での信号制御パラメータなどにより異なる。図2にリンク走行車両のリンク走行状態と隣接する信号交差点の信号制御パラメータの関係を示す。サイクル k でリンク i の上流側信号交差点を通過する交通量を $q_i(i,k)$ 、下流側信号交差点を赤信号で停止する交通量を $q_{stop}(i,k)$ とすると下流側信号交差点での赤信号停止割合 $\alpha(i,k)$ は次式として定義される。

$$\alpha(i,k) = \frac{q_{stop}(i,k)}{q_i(i,k)} \quad (1)$$

$q_{stop}(i,k)$ は、 $t_{ug}(i,k)$ で通過した車両が、リンク距離と走行速度より算定される $t_{upass}(i,k)$ で下流側に到着した車両のうち、 $t_{dg}(i,k)$ からサイクル $k-1$ で生じた待ち車列が全て捌ける時間 $P_{time}(i,k-1)$ を除いた $t_{dpass}(i,k)$ で下流側を通過できず赤信号で停止した交通量である。下流側信号交差点での赤信号停止割合 $\alpha(i,k)$ を考慮してリンク旅行時間 $T_{link}(i,k)$ は、次式より求められる。

$$T_{link}(i,k) = T_{stop}(i,k)\alpha(i,k) + T_{pass}(i,k)(1-\alpha(i,k)) \quad (2)$$

$T_{stop}(i,k)$ 、 $T_{pass}(i,k)$ はそれぞれ下流側信号交差点で信号停止した車両のリンク旅行時間（赤信号停止リンク旅行時間）と下流側信号交差点で信号停止せずに通過する車両のリンク旅行時間（青信号通過リンク旅行時間）である。

リンク走行車両が赤信号で停止する場合のリンク走行状態は、自由走行状態と待ち車列影響状態、赤信号停止状態である。従って、赤信号停止リンク旅行時間 $T_{stop}(i,k)$ は、自由走行時間 $t_{run}(i,k)$ 、赤信号停止時の待ち車列遅れ時間 $t_{cR}(i,k)$ 、赤信号停

止時間 $t_{sig}(i,k)$ を考慮して次式となる。

$$T_{stop}(i,k) = t_{run}(i,k) + t_{cR}(i,k) + t_{sig}(i,k) \quad (3)$$

自由走行時間 $t_{run}(i,k)$ 、赤信号停止時の待ち車列遅れ時間 $t_{cR}(i,k)$ 、赤信号停止時間 $t_{sig}(i,k)$ は、リンク距離や走行速度などを考慮して求めることができる。リンク走行車両が赤信号で停止せずに通過する場合のリンク走行状態は、自由走行状態と待ち車列影響状態である。従って、青通過リンク旅行時間 $T_{pass}(i,k)$ は、自由走行時間 $t_{run}(i,k)$ 、青信号通過時の待ち車列遅れ時間 $t_{cG}(i,k)$ を考慮して次式となる。

$$T_{pass}(i,k) = t_{run}(i,k) + t_{cG}(i,k) \quad (4)$$

自由走行時間 $t_{run}(i,k)$ 、青信号通過時の待ち車列遅れ時間 $t_{cG}(i,k)$ は、リンク距離や走行速度などを考慮して求めることができる。

4. リンク旅行時間算定結果

提案したリンク旅行時間算定法を考察するため、広島県福山市国道2号線の単一リンクでリンク旅行時間の測定値と算定値の比較を行った。測定は、8時57分から18時17分までの約9時間（236サイクル）約12,000台について行った。提案したリンク旅行時間算定法により算定したリンク旅行時間と実際に測定したリンク旅行時間は同様な時間的変動を示し、平均誤差は10.5(%)となった。

5. まとめ

本稿では、信号制御システムと、動的経路誘導システムをオンラインリアルタイムで接続した交通流制御システムにおいて重要なサイクル長単位でのリンク旅行時間算定法を提案した。提案したリンク旅行時間算定法で計算したリンク旅行時間と実測値を比較し有効性を確認することができた。

参考文献

- 1) 交通工学統計：交通工学，Vol.39，No.1，pp.84-85，2004.
- 2) 清水，小林，藤井，石川：交通工学と制御工学の統合による交通流制御システムの一設計，第48回自動制御連合講演会，pp.589-594，2005.
- 3) 吉田，小林：.交通ネットワークにおけるリンク旅行時間の解析，第12回計測自動制御学会中国支部学術講演会，pp.86-87，2003.

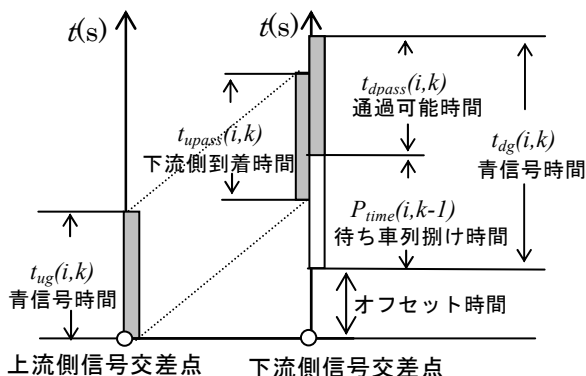


図2 リンク走行車両と信号制御パラメータ